

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平10-510374

(43) 公表日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

A

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願平9-501293
 (86) (22) 出願日 平成8年(1996)6月5日
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997)12月8日
 (86) 国際出願番号 PCT/US96/08804
 (87) 国際公開番号 WO96/41217
 (87) 国際公開日 平成8年(1996)12月19日
 (31) 優先権主張番号 08/482, 188
 (32) 優先日 1995年6月7日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 シリコン・ライト・マシーンズ
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 94089-1208、サニーベイル、モフェッ
 ト・パーク・ドライブ 385、スイート
 115
 (72) 発明者 ブルーム、デビッド・エム
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 94043、ポートル・バレイ、ゴールデン・
 オーク・ドライブ 140
 (74) 代理人 弁理士 山崎 行造 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フラット回折格子光バルブ

(57) 【要約】

回折格子光バルブは入射光ビームを変調する。複数の細長い要素はそれぞれ反射表面を有している。細長い要素はそれぞれの縁で実質的に同一平面に懸架されている。細長い要素の他のものは第一のバイアス電圧を受けるために電気的に接続されている。互いに噛み合う細長い要素は第二のバイアス電圧を受けるために電気的に接続されている。適切な第一及び第二のバイアス電圧を印加することにより、全ての反射表面は第一の平面内に保持される。全ての細長い要素が第一の平面内にある時に、回折格子光バルブは光ビームを反射する。細長い要素の所定のグループは、好ましくは別個のものは、第一の平面に平行な第二の平面と実質的に同一平面にあるように変形可能である。要素の所定のグループが第二の変面内にある時に、回折格子光バルブは光ビームを回折する。

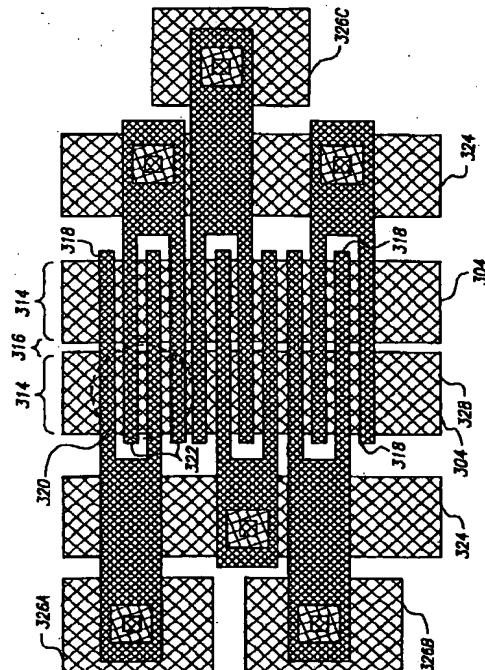


FIG. 8

【特許請求の範囲】

1. a. 各要素が第一の縁及び第二の縁及び光反射平面を有する複数の細長い要素と、前記要素は第一のグループの要素が第二のグループの要素と互いにかみあわされるように前記第一のグループと前記第二のグループにグループ分けされ、かつ前記要素は互いに平行に配列されている、

b. それらの縁で前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素を懸架する手段と、

c. 前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段、及び、前記反射表面が実質的に同一平面にありかつ入射光ビームを反射する第一の平面内にあるように、前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段と、

d. 第一の平面に平行でありかつ前記入射光ビームを回折する第二の平面に向けて、前記平面に垂直な前記第一のグループの前記要素を選択的に偏向させる手段と、

から成ることを特徴とする入射光ビームを変調する変調器。

2. 更に、前記第一のグループの平面に垂直な前記第二のグループの位置を独立に調整する手段を有する請求の範囲1に記載の変調器。

3. 各反射表面の広さが各ギャップよりも大きいように、前記隣接要素はギャップにより互いに隔置されている請求の範囲1に記載の変調器。

4. 前記第二の平面は前記第一の平面からほぼ $\lambda/4$ 離れている（ここで λ は光ビームの波長である）請求の範囲1に記載の変調器。

5. 前記第一のバイアス電圧が除去された時に、前記要素は前記第一の平面内に存在しない請求の範囲1に記載の変調器。

6. a. 基板と、

b. 前記基板の上の前記縁により平行関係で前記要素を懸架する手段を備え、各々が2つの縁を有する複数の細長い要素と、

c. 各要素の上に形成されかつ前記基板から離れて形成された光反射材料と、

d. 入射光ビームを反射する単一の第一の平面に前記細長い要素を保持す

るために、バイアス電圧を印加する手段と、

e. 前記入射光ビームを回折する前記第一の平面に平行な第二の平面に向けて、前記細長い要素の所定の集合を選択的に移動する手段と、

から成ることを特徴とする光を変調するフラット回折格子光バルブ。

7. 各反射表面の広さが各ギャップよりも大きいように、前記隣接要素はギャップにより互いに隔置されている請求の範囲6に記載の変調器。

8. 前記第二の平面は前記第一の平面からほぼ $\lambda/4$ 離れている、ここで λ は光ビームの波長である、請求の範囲6に記載の変調器。

9. 前記第一のバイアス電圧が除去された時に、前記要素は前記第一の平面内に存在しない請求の範囲6に記載の変調器。

10. a. 各々が光反射平面を有する等間隔で隔置された複数の要素と、変調器が入射光ビームを反射するという第一の平面内に、各光反射表面が配置される状態では、該要素は互いに平行に配列されている、

b. 変調器がやはり前記入射光ビームを反射するという第二の平面内に、全ての要素が配置されるように、第二の平面に向けて前記全ての要素を移動する手段と、

c. 変調器が前記入射光ビームを回折するという前記第二の平面に平行な第三の平面に向けて、前記要素の所定のものを移動する手段と、

から成ることを特徴とする入射光ビームを変調する変調器。

11. 前記移動する手段が静電引力の発生から成る請求の範囲10に記載の変調器。

12. 前記要素の所定のものは全ての前記要素において交互に配置されている請求の範囲11に記載の変調器。

13. 前記要素の所定のものは電氣的に一体に接続されている請求の範囲12に記載の変調器。

14. 前記静電引力は、前記要素と下地導体との間に電位を接続することより発生される請求の範囲13に記載の変調器。

15. 前記要素は、前記第一の平面から前記第二の平面への調整のため電氣的バイアスに接続される請求の範囲13に記載の変調器。

16. 更に、回折光を検出しかつこれに応答して前記電氣的バイアスを自動的に調整する手段を備える請求の範囲15に記載の変調器。

17. 前記要素は、前記第二の平面にある時に、波長に無関係に光を反射する請求の範囲10に記載の変調器。

18. a. 各ピクセルが画像の一部を表示する複数のピクセルと、前記ピクセルは複数の行と複数の列を有するアレイとして配列され、更に各ピクセルは

(1) 各要素が第一の縁及び第二の縁及び光反射平面を有する複数の細長い要素と、前記要素は第一のグループの要素が第二のグループの要素と互いにかみあわされるように前記第一のグループと前記第二のグループにグループ分けされ、かつ前記要素は互いに平行に配列されている、

(2) それらの縁で前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素を基板上に懸架する手段と、を有している、

b. 各行内の前記第一のグループの全ての細長い要素を電氣的に一体に接続する手段と、

c. 各行内の前記第二のグループの全ての細長い要素を電氣的に一体に接続する手段と、

d. 前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段、及び、前記反射表面が実質的に同一平面にありかつ入射光ビームを反射する第一の平面内にあるように、前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段と、

e. 前記第一の平面に平行でありかつ前記入射光ビームを回折する第二の平面に向けて、前記平面に垂直な前記第一のグループの前記要素を選択的に偏向させる手段と、

から成る画像を表示するデジタルディスプレイシステム。

19. 前記第一のグループの前記要素を選択的に偏向させる手段が、前記基板上に取り付けられかつ列内の全ての前記細長い要素の下に配置された導電層から成る請求の範囲18に記載のデジタルディスプレイシステム。

【発明の詳細な説明】

フラット回折格子光バルブ

技術分野

本発明は、光ビームを変調する方法及びその装置に関する。特に、本発明は、回折格子を与えるために選択的に変形可能部分を有する実質的にフラットな反射表面に関する。

背景技術

設計者及び発明者は、単独であるいは他の変調器と共に動作できる光変調器を開発しようと努力していた。このような変調器は、高解像度、高動作速度（KHzフレーム速度）、多重グレイスケールレベル例えば100レベルあるいはカラー発生との適合性、高コントラスト比あるいは変調深さ、光学的平坦性、VLSIプロセス技術に対する適合性、取り扱いの容易性、及び比較的低コストが必要とされる。まさに、このようなシステムを開発する試みにおいて、本発明の一人が、参照によりここに完全に組み込まれた米国特許第5,311,360号の方法及び装置を共同で発明した。

第5,311,360号の開示によれば、回折格子は、図1に示されるような多重ミラーリボン構造から成っている。複数の変形可能リボン構造100のパターンは基板102の上方に隔置されて形成されている。リボンとこれらのリボンの間の基板とは共にアルミニウム膜等の光反射材料104で被覆される。リボンが弛緩した、アップ位置にある時に、リボン100の上の反射材料104の表面と基板102の上のこれらとの間に設計されている高さの差は $\lambda/2$ である。波長 λ の光が基板102の表面に垂直にこの構造に衝突すると、リボン100の表面からの反射光は基板102からの反射光と同位相になる。これは、基板に衝突する光はリボンに衝突する光よりも $\lambda/2$ 多く伝搬し、次に $\lambda/2$ 戻るので合計1完全波長 λ となるためである。このように、この構造は、波長 λ の光がその上に衝突した時に、フラットミラーとして機能する。

リボン100及び基板102に適切な電圧を印加することにより、図2に示すように、リボン100は基板102に向かって曲げられこれに接触させられる。リボンの厚さは $\lambda/4$ に設計されている。波長 λ の光が基板102の表面に垂直

にこの構造に衝突すると、リボン100の表面からの反射光は基板102からの反射光とは完全に位相がずれる。このために、リボンからの光と基板からの光との間に干渉が生じ、このためこの構造は光を回折する。回折のために、反射光は垂直に対して角度 θ でこの構造の表面から反射する。

ディスプレイ装置を形成する際の、一つの重要な基準は暗ピクセルと明ピクセルとの間のコントラスト比である。比較的大きなコントラスト比を与える最善の方法は暗ピクセルが全く光を受けないことを保証することである。前述の構造を用いたディスプレイ装置を形成する一つの技術は、この構造の表面に垂直に衝突する波長 λ の光を与えるように構成された光源を有することである。光集束装置、例えば光学レンズが角度 θ で光を集束するように配置できる。一つのピクセルに対してリボンがアップ位置にある場合には、全ての光は光源の反射して戻り、集束装置は全く光を受けない。このピクセルは黒く見える。このピクセルに対してリボンがダウン位置にある場合には、光は集束装置に向けて回折し、このピクセルは明るく見える。

波長 λ 以外の光がこの構造に衝突すると、リボンがアップ状態にある時には部分反射だけが発生する。同様に、リボンがダウン状態にある時には光は角度 θ で部分的にだけ回折される。このように、光の波長が正確に λ でない場合には、いわゆる暗ピクセルはある程度光をディスプレイし、一方いわゆる明ピクセルは全く光をディスプレイしない。単一波長だけを有する光源を使用することは非常に高価である。市販の光源は通常ある波長範囲に渡る光を出力する。単一波長光は実用的でないので、前述の原理に基づく現実のディスプレイ装置から得られるコントラスト比は理論的に可能なものよりも非常に劣っている。

議論のために、単一波長光が実現でき入手可能であるものと仮定する。前述の装置に対しては、受容できるコントラスト比を与える方法で機能するには、正確にアップ時に $\lambda/2$ になりダウン時に $\lambda/4$ になる構造を与えるリボン及び反射層の高さ及び厚さが必要とされる。製造プロセスの変動の故に、2つの装置間のコントラスト比は劇的に変化できる。相対的高さが正確にアップ時に $\lambda/2$ になりダウン時に $\lambda/4$ になる尤度が小さいので、コントラスト比は理論的に可能なものよりももっと劣ったものになる。

前述の構造に伴う別の困難さは、物理的構成のアーチファクトから生ずる。特に、発明者は、リボンは一旦ダウン位置になると基板に付着する傾向があることを発見した。発明者は、基板の表面のエキスチャリングがこの付着を解決する助けになることを学んだ。都合の悪いことには、テクスチャ表面はその表面の反射特性を実質的に劣化させる。これは光バルブの性能を劣化する。

最後に、前述の構造を用いてカラーを実現するために、米国特許第5,311,360号の発明者は、リボン間のスペースのはっきりした周期性を有する3つの別個のバルブ構造を用いることを考えた。そのために、この構造はカラーを実現するために数多くのリボンが必要とする。更に、赤、緑、青成分を含む光源がこれらの構造に衝突して所望の受容器に向けて光りを回折する。従って、光の強度はカラーに対しては減少する。

米国特許第5,311,360号は図3に示された別の構成を教示している。この従来の構成によれば、複数の細長い要素が基板200の上方に配置されている。第一の複数の細長い要素202は、図1及び図2の実施例におけるように、各縁(図示せず)によって空隙204の上方に懸架されている。第二の複数の細長い要素206は、剛性支持部材208を介して基板200に取り付けられている。支持部材208の高さは $\lambda/4$ に設計されている。反射材料210は全ての細長い要素202及び206の表面上に形成されている。

理論的には、細長い要素202及び206は、静止時には同じ高さになるように設計されている。このように、全ての細長い要素がアップ位置にあり同じ高さにある時には、回折は全く発生しない。(事実、細長い要素間のギャップの周期的不連続性に起因してある適度の回折が発生する。しかし、この周期は格子の周期の半分であり、そのため光は所望の回折光の角度の2倍回折する。光学系は所望の角度だけで回折光をピックアップするように構成されているので、望ましくない回折は捕捉されずコントラスト比を劣化しない。) 実際、細長い要素が同じ高さにある場合には、暗ピクセルを形成する衝突光の波長依存性は存在しない。

図3に示されたような構成を実現するためには、層は、既知のエッチャントに対して所定の妨害感受性を有する第一の材料により形成されねばならない。その層のある部分は、ホトリソグラフィ及びエッチング等の既知の技術によって除去

される。第二の材料が、除去された材料のボイド内に堆積により形成される。この第二の材料は第一の材料とは異なるエッチャントに対して既知の妨害感受性を有している。この層は細長い要素の材料から形成される。この構成は細長い要素のリボンを形成するためにエッチングされる。最後に、第二の材料は懸架された細長い要素202を形成するためにエッチングにより除去される。第一の材料と第二の材料とが同一平面にあるような装置を首尾一貫して製造することは難しい。このように、二組の細長い要素は完全に同一平面にあることがないようである。更に、第一の材料及び第二の材料の選択的に除去できる層を形成する従来のほとんどの技術は、プロセス中に膨出（あるいは縮み）を生ずる支持部材208を与える。このような不連続性が所望の格子と正確に同じ周期でありかつ光学系がこの不要な回折光を捕捉するので、この膨出（あるいは縮み）は問題を更に悪化させる。

図面はないが、米国特許第5,311,360号は、この構成は懸架される全ての要素で形成できることを示唆している。米国特許第5,311,360号は、これは振幅及び位相を制御する利点があることを教示している。不幸にも、このような装置をアドレス指定し、バイアスし、あるいは構成することに関する教示は存在しない。

必要とされることは、隣接した細長い要素間の平面関係を積極的に保持するフラット回折格子システムである。更に、光の所定の波長に依存しないシステムが望まれる。また、所定光の波長を支持するために正確な製造プロセス許容誤差を要求しないシステムが必要とされる。

発明の開示

回折格子光バルブは入射光ビームを変調する。複数の細長い要素はそれぞれ反射表面を有している。細長い要素はそれぞれの縁で実質的に同一平面に懸架されている。細長い要素の他のものは第一のバイアス電圧を受けるために電氣的に接続されている。他の細長い要素は第二のバイアス電圧を受けるために電氣的に接続されている。適切なバイアス電圧を印加することにより、全ての反射表面は所定の平面内に保持される。実際には、反射表面は、多少のサグが細長い要素に沿って誘起されるという事実起因して正確には単一平面内にはないことがわかる。

にもかかわらず、隣接した細長い要素に沿った全ての対応する点は、効果的に回折を防止する基本的に同じ高さまでバイアスされる。全ての細長い要素が第一の平面内にある時に、回折格子光バルブは光ビームを反射する。細長い要素の所定のグループは、好ましくは別個のものは、第一の平面に平行な第二の平面と実質的に同一平面にあるように変形可能である。要素の所定のグループが第二の変面内にある時に、回折格子光バルブは光ビームを回折する。

図面の簡単な説明

図1はそのリボン要素がアップ位置にある従来の回折格子光バルブの断面図を示している。

図2はそのリボン要素がダウン位置にある図1の従来の回折格子光バルブの断面図を示している。

図3は、その一部が支持部材によって支持されている複数の平面的に配列された細長い要素を有する、従来の回折格子光バルブの別の実施例の断面図を示している。

図4は好適実施例による非回折/アップモードにある回折格子光バルブの断面図を示している。

図5は好適実施例による回折/ダウンモードにある図4の回折格子光バルブの断面図を示している。

図6は90° 直交しかつ2つのピクセルを横断した図4の回折格子光バルブの断面図を示している。

図7は90° 直交しかつ2つのピクセルを横断した図5の回折格子光バルブの断面図を示している。

図8は90° 直交しかつ2つのピクセルを横断した図4の回折格子光バルブ及び隣接ピクセルの平面図を示している。

図9は、バイアス電圧が印加されていない場合における、細長い要素と基板との間に印加される電圧に対して図4の細長い要素の一つからの光の強度を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

図4は好適実施例による非回折/アップモードにある回折格子光バルブの断面

図を示している。製造プロセスの詳細は、同じ発明者の少なくとも一人により1995、6月7日に同時に出願された、共同所有、共同出願、係属中の米国特許出願第08/480,459号の発明の名称“A METHOD OF MAKING AND AN APPARATUS FOR A FLAT DIFFRACTION GRATING LIGHT VALVE”に開示されている。代表的な材料だけがここに開示されるが、制限的な意味には解すべきではない。

基板300が準備され、かつ成長シリコン等の従来の材料でできる。窒化シリコン Si_3N_4 等のパッシベーション層302が基板の上に形成される。次に、導電層304がパッシベーション層302の上に形成される。好適には、導電層304は、引き続くプロセス工程に対して耐久性がある材料、例えば、タングステンあるいはタングステン合金から成る。

懸架される要素が次に形成され、リボン318として集合的に知られた層を含んでいる。懸架された要素は、導電層304の上にこれから離れて形成されたりリボン層306を含んでいる。好適には、リボン層306の材料は窒化シリコンである。反射層308はリボン層306の上に形成され、好適にはアルミニウムにより形成される。最後に、薄い保護層310が反射層308の上に形成され、好適にはPECVD酸化物である。空隙312が導電層304とリボン層306との間に残される。

このアップ状態では、細長い要素が適切な電圧により正確に同じ高さまで駆動できるので、入射光は回折されない。これは、細長い要素が同一平面にある時に、真に暗いピクセルを与える。これは、ピクセルの暗状態が波長に依存しないというはっきりした利点を与える。隣接した細長い要素間のギャップの周期性に起因して適度な量の回折があることを思い出そう。しかし、この回折の周期は回折格子の周期の半分であり、従って光学的に除去できる。

図5は好適実施例による回折/ダウンモードにある図4の回折格子光バルブの断面図を示している。同じ構造を特定するのに適当であれば、混乱を避けるために異なる図面に示された時に、同じ参照番号が使用される。懸架された要素の所定のものと導電層との間に適切な電圧を印加することにより、静電引力がこれらの懸架された要素を変形させかつ導電層304に接触させる。図5では、4つの懸架された要素のうちの2つがダウン位置に示されている。これは、隣接要素か

ら反射された光の回折を引き起こす。

ここで、回折格子光バルブに対して適度な波長依存性だけが存在する。隣接した細長い要素の高さ間の距離は $\lambda/4$ であることが好ましい。しかし、もし到達距離が緑色光に最適化されている場合には、波長を赤あるいは青に変更したことに起因する損失は5%の大きさである。これは、部分的には、集束された光の強度は波長の正弦自乗関数として変化するという事実に起因する。このため、波長の少しの変化は受信強度の少しの変化だけを有する。更に、 $\lambda/4$ 移動する装置を製造する能力は従来技術におけるよりも簡単である。 $\lambda/4$ の差はスペーサの厚さと細長い要素の厚さとの組み合わせから得られる。これは2つの層に対して極めてきつい製造許容誤差を要求する。ここで、空隙の厚さが、設計の波長一致性を決定する、つまり細長い要素は任意の厚さにできる。空隙は好適には犠牲酸化物を除去することにより形成される。酸化物の形成は数多くの容易に制御できる条件下で十分に特徴づけられることから、正しい大きさのスペーサを製造することは通常の事項である。空隙の厚さは、装置の通常動作中に電圧をリボンあるいは下地導体に印加することにより調整されかつ制御されることがわかる。

本発明の回折格子光バルブを組み込んだ装置内に光センサを含めることも可能である。このセンサは、回折光を測定し、検出された回折光を最大にするためにバイアス電圧（以下に説明する）を調整する。このように、センサ及びバイアス電圧調整回路は、光源の波長が変化した場合でも正確な $\lambda/4$ 関係を維持するために依然としてアップ位置にある細長い要素を駆動することができる。

適度な波長の変化に対する損失が小さいのでコントラスト比の小さい影響しか与えず、また暗状態にあるので光学系は基本的には光を集束しない。オン状態では100%の光が集束されかつオフ状態では光が集束されないという理想的なシステムでは、コントラスト比は ∞ である（実際、ゼロで割った任意の数は ∞ である）。暗状態での適度な劣化でもコントラスト比に劇的に影響する。例えば、暗状態で5%だけの不要光が集束され一方オン状態では100%の光が集束される場合には、コントラスト比は ∞ から約20に減少する。これに対して、暗状態では光を集束しない状態が継続するが一方オン状態では95%の光が集束される場合には、コントラスト比は ∞ のままである。この例では、ディスプレイの

輝度は低下するが、コントラスト比は良好のままであることがわかる。

本発明の回折格子光バルブの相対波長独立性の故に、カラー画像を形成する単一構造を使用したシステムを構成することは可能である。例えば、赤、緑、青を含む3つの光源は対象のピクセルを照射できる。赤を発生するには、赤の光源だけが附勢される。緑あるいは青も同様である。他の色を発生するには、ピクセルは光源によって時間多重できる。つまり、まず赤の光源が照射されピクセルは回折するかまたは望ましいものとし、次に青がそして緑が照射される。照射の順序は重要ではない。観察者の目がディスプレイのカラーを統合し所望のカラーを知覚する。

図6は、90°直交しかつ2つのピクセルを横断した、非回折/アップモードにある図4の回折格子光バルブの断面図を示している。図6は各種の構造の概略幾何学形状だけを概略的に示している。各種形状及び曲げ角度はプロセス変動、材料の選択、層の厚さ、及び環境条件と共に変更できる。ピクセル314は懸架領域に沿って固定部316間に形成される。このピクセル314は、ここに説明される選択的回折を実現するために変形できるように懸架される。固定部はピクセル314間の分離を与え、またピクセル構造に対して基板300上の機械的支持を与える。

図7は、90°直交しかつ2つのピクセルを横断した、回折/ダウンモードにある図5の回折格子光バルブの断面図を示している。導電層304と反射層308との間に適切な電位を印加することにより、静電引力がピクセルを基板に接触するように曲げる。導電層304はこの図の内外に伸びかつ多くのピクセルの下を通っていることがわかる。同様に、ピクセルを形成するリボン318は、図面の両境界を超えて多くの導電層を横切って通る。ピクセルリボンと導電層との間のこの相互関係が、図8及び図9の図面を参照して詳細に説明される固有のアドレス指定技術を提供する。

図8は図4の回折格子光バルブ及び隣接ピクセルの平面図を示している。6つのピクセル320が図8の図面に示されている。ピクセルのこの限定された数は例示だけのものであることがわかる。市販のディスプレイに対する本発明による回折格子光バルブは、他の形式のディスプレイ技術に現在利用できるピクセルの

数を少なくとも有している。このように、市販の回折格子光バルブに対しては、2以上の導電層304がありまた図に示されたよりも多いリボン318がある。例えば、ある市販のディスプレイは1024行及び1280列のピクセルを有している。このピクセルに加えて、電気信号をリボン318に接続するI/Oポートボンディングパッド326も図示されている。

各ピクセル320は4つの隣接リボン318を有している。別のリボンの一組322はバイアスバス324に接続されている。事実、ピクセルのそれぞれについて2つの別のリボンがバイアスバス324に接続されている。制御電圧をボンディングパッド326Aから受け取るために、ピクセル320の他の2つのリボンが接続されている。好適には、バイアスバス324は導電層304と同時に形成される。

光が偏向される角度はリボン318の幅と隣接リボン間の間隔とによって決定される。好適実施例では、別のリボンがトグルで留められているので、周期は2つの隣接リボンにより確定される。好適実施例では、リボンは3.5ミクロン幅であり、隣接リボン間の間隔は1.5ミクロンである。このように、この構成の周期は10ミクロンである。リボン間の間隔は光に損失を生じさせることがわかる。この間隔はリボンの幅に対して最小化されることが望ましい。

図9は、別のラインがバイアスされていない場合における、細長い要素と基板との間に印加される電圧に対して図4の2対の細長い要素のディスプレイ構造からの光の強度を示すグラフである。この細長い要素はヒステリシスを示す。光強度の増加により示されるように、電圧が増加し始めるにつれて、細長い要素は少し曲がり始める。曲げ閾値 V_D では、細長い要素はパチッと下がり導電層と接触する。次に、電圧はこのレベルを超えて低下した細長い要素はダウン位置に止まる。少し低い電圧 V_U では、細長い要素は弛緩しアップ位置に復帰する。

細長い要素をパチッとダウン位置に下げるのに必要とされる電圧 V_D は20ボルトDCの範囲内にある。このような装置を構成するために使用される製造プロセス、材料、及び層の厚さに応じて、この電圧がこの値のかなり上及び下に渡ることが可能である。好適実施例では、細長い要素は、曲げ電圧 V_D と下側電圧 V_U との間の中央範囲の電圧 V_B でバイアスされる。このように、細長い要素を

パチッと下げるかあるいは弛緩させるために、かなり小さい電圧エクスカージョンが要求される。

バイアス電圧 V_B はこの細長い要素のある適度な撓み性を生じさせることが、図9のグラフを研究から明らかである。ピクセル320を切り換えるのに必要とされる電圧について考察する。この議論のために、図8及び図9を参照する。あるアドレス指定方法では、バイアス電圧 V_B をボンディングパッド326A及び導体324に印加することにより、バイアス電圧 V_B がピクセルの全てのリボンに印加される。ピクセル320の全てのリボンが少し撓みかつ同一平面にあることから、暗状態は暗のままに止まる。好適実施例では、他のリボン毎にバイアス電圧 V_B が永久的に接続される。それぞれの噛み合わされたリボンの電圧は、これらのリボンをパチッと下げるかあるいは弛緩させるために、上下に変更できる。

リボンを切り換えるのに必要な像分電圧は、図9に示されているように、 ΔV_s である。ボンディングパッド326Aに印加された電圧に少なくとも ΔV_s が加算されると、このボンディングパッドに接続された行内の全てのピクセルが回折状態にトグルダウンされる。代わりに、導体層328に印加された電圧から ΔV_s が減算されると（図4-7への対応を示すために304として示されている）、この導体層の上の列内の全てのピクセルのリボンがやはりトグルダウンされる。これらの条件下では、リボンは全てダウン状態になり、そのためこれらのピクセルは暗のままである。ピクセル320のアドレス指定を与えるために、電圧 $\Delta V_s/2$ がボンディングパッド326Aに加算され、また電圧 $\Delta V_s/2$ が導電層328から減算される。電圧だけでリボンをトグルダウンさせないかあるいは両方の組み合わせがリボンをトグルダウンさせない限り、任意の他の電圧の組み合わせが使用できる。

一度 $+\Delta V_s/2$ 及び $-\Delta V_s/2$ が除去されると、ダウン位置にトグルされたリボンは、反対極性の ΔV_s が同じ要素に印加されるまで、リボンの本来のヒステリシスのためにダウン位置に止まる。一度に全行あるいは列を消去することを避けるために、単一のピクセル320は $\pm\Delta V_s/2$ を適当に行および列に印加するようにして消去することができ、反対極性の行及び列がピクセル320

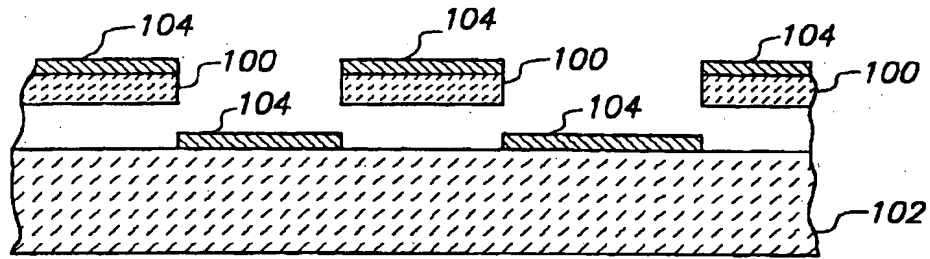
をトグルダウンするために使用される。前述したように、電圧の他の組み合わせがピクセル320を消去するために使用できる。

好適実施例では、行データがセットされ次に行にトグルされる。導電層304が列から成る場合には、ピクセルが明にされることが望まれる全ての列に $-\Delta V_s/2$ を適切に供給することにより、データが列に配置される。そのような各列内の全てのピクセルに対する全てのリボンがこの電圧変化の結果として多少移動した場合でも、これらのリボンは同一平面にあることから、表示される画像には変化がない。このように、リボンはコモンモードに移動し、そのためこのような変化のコモンモード除去がある。つまり、静電引力が行内の全ての細長い要素に等しく印加されるので、これらのリボンは一体で移動しそして不要な回折が防止される。事実、適度なサグが細長い要素に沿って誘起されるという事実から、反射表面は正確には単一平面内でないことがわかる。にもかかわらず、隣接の細長い要素に沿った全ての対応点は、効果的に回折を防止する基本的に同じ高さまでバイアスされる。所望の行内を移動するリボンに接続されたボンディングパッドの電圧は、次にVBから $(VB + \Delta V_s/2)$ まで上昇され、全ての適切なピクセルがトグルされる。

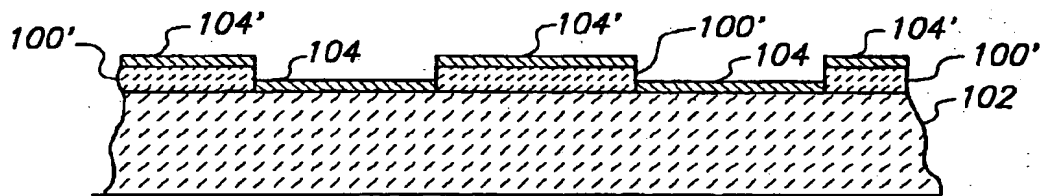
一方、データがリボンにセットされ次に下地導電層内にトグルされる場合には、ディスプレイは、リボンの所定のものに選択的に印加された $\Delta V_s/2$ に応答してちらちらする。

本発明は好適実施例に関連して説明された。本開示を読んだ後にだけ当業者に明らかになる改良あるいは修正が本出願の精神及び範囲内にあると思われる。

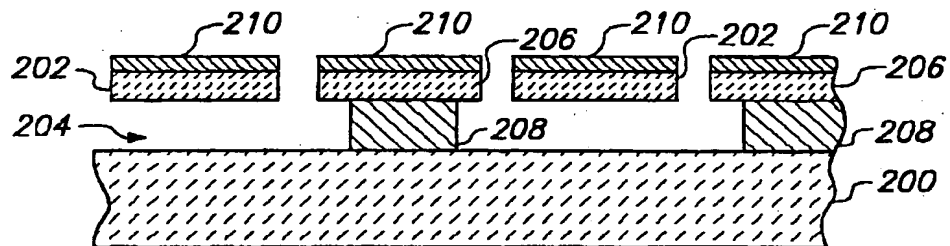
【図1】

**FIG. 1** (PRIOR ART)

【図2】

**FIG. 2** (PRIOR ART)

【図3】

**FIG. 3** (PRIOR ART)

【図4】

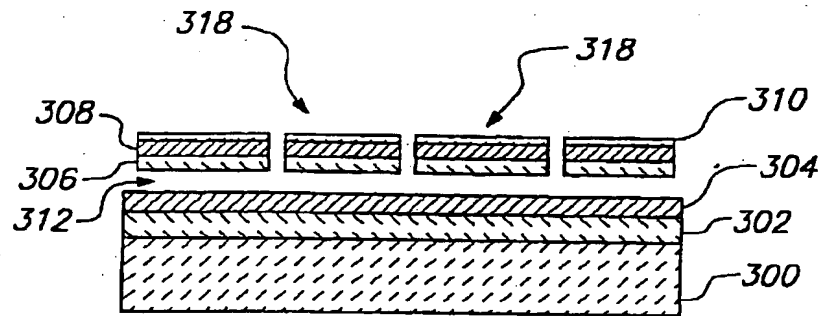


FIG. 4

【図5】

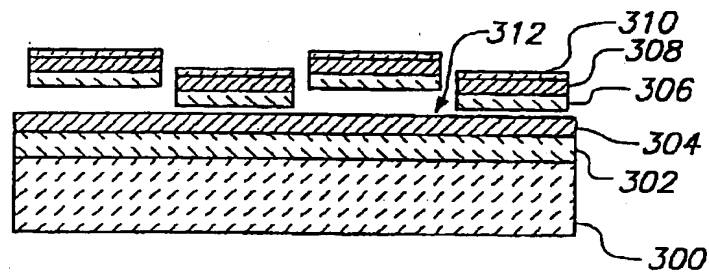


FIG. 5

【図9】

強度

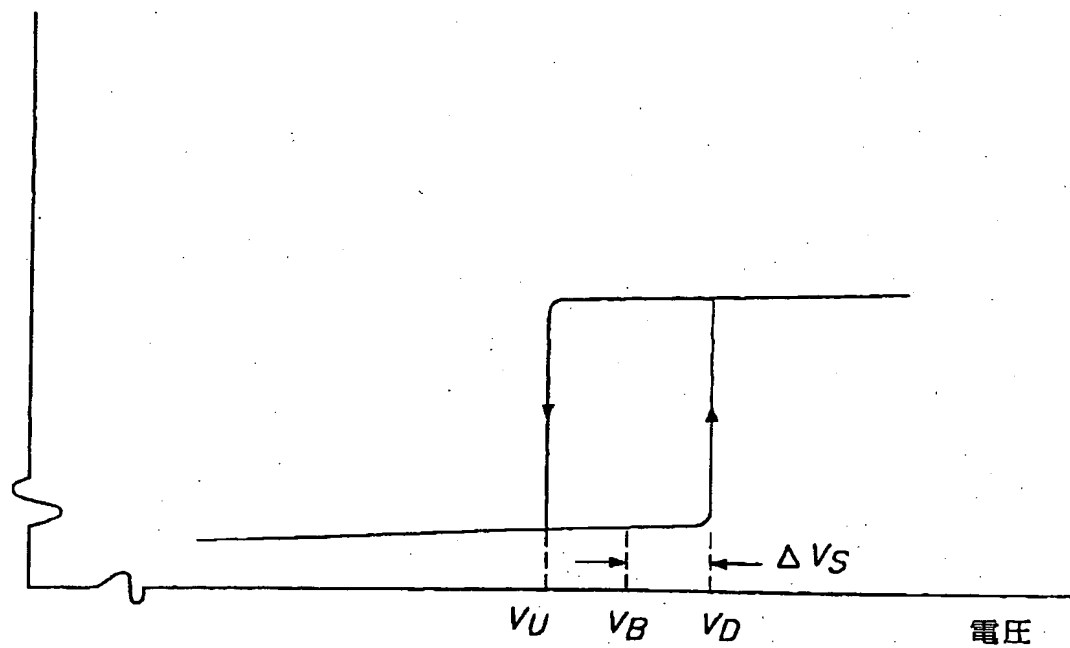


FIG. 9

【図6】

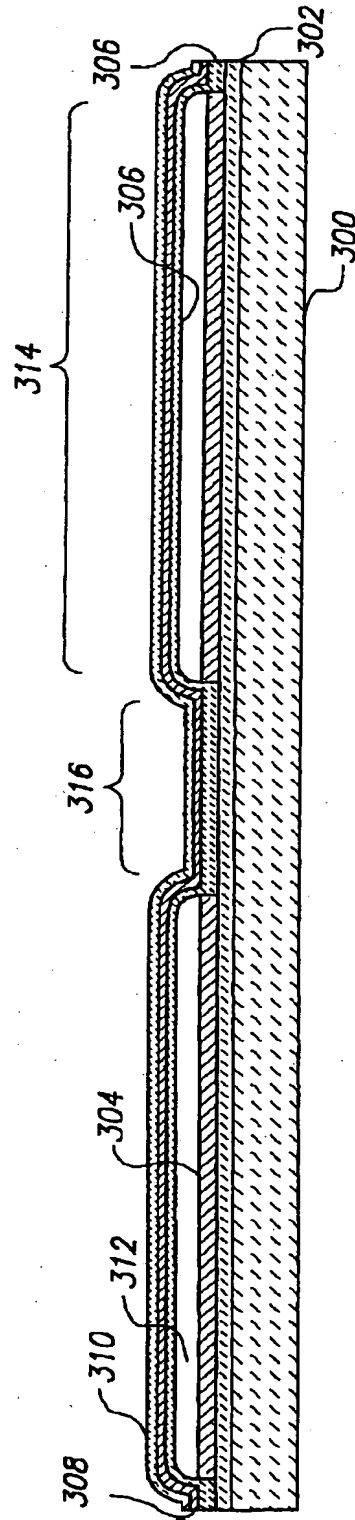


FIG. 6

【図7】

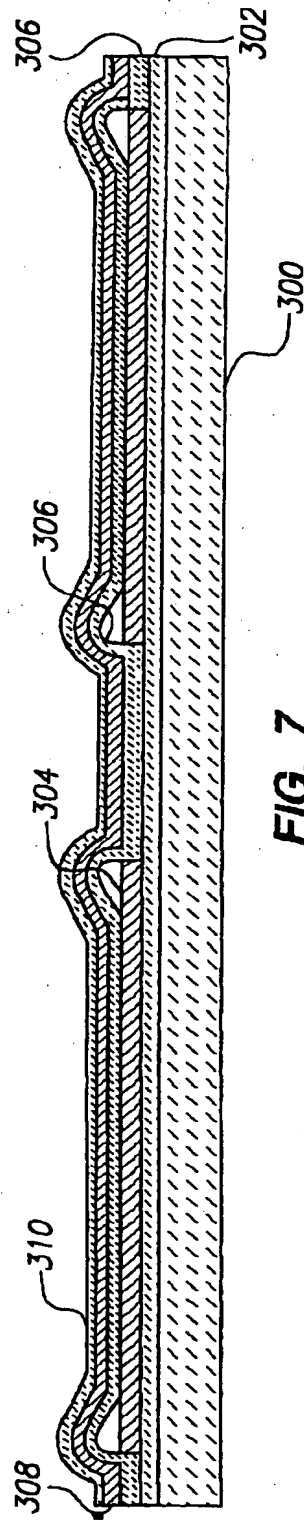


FIG. 7

【図8】

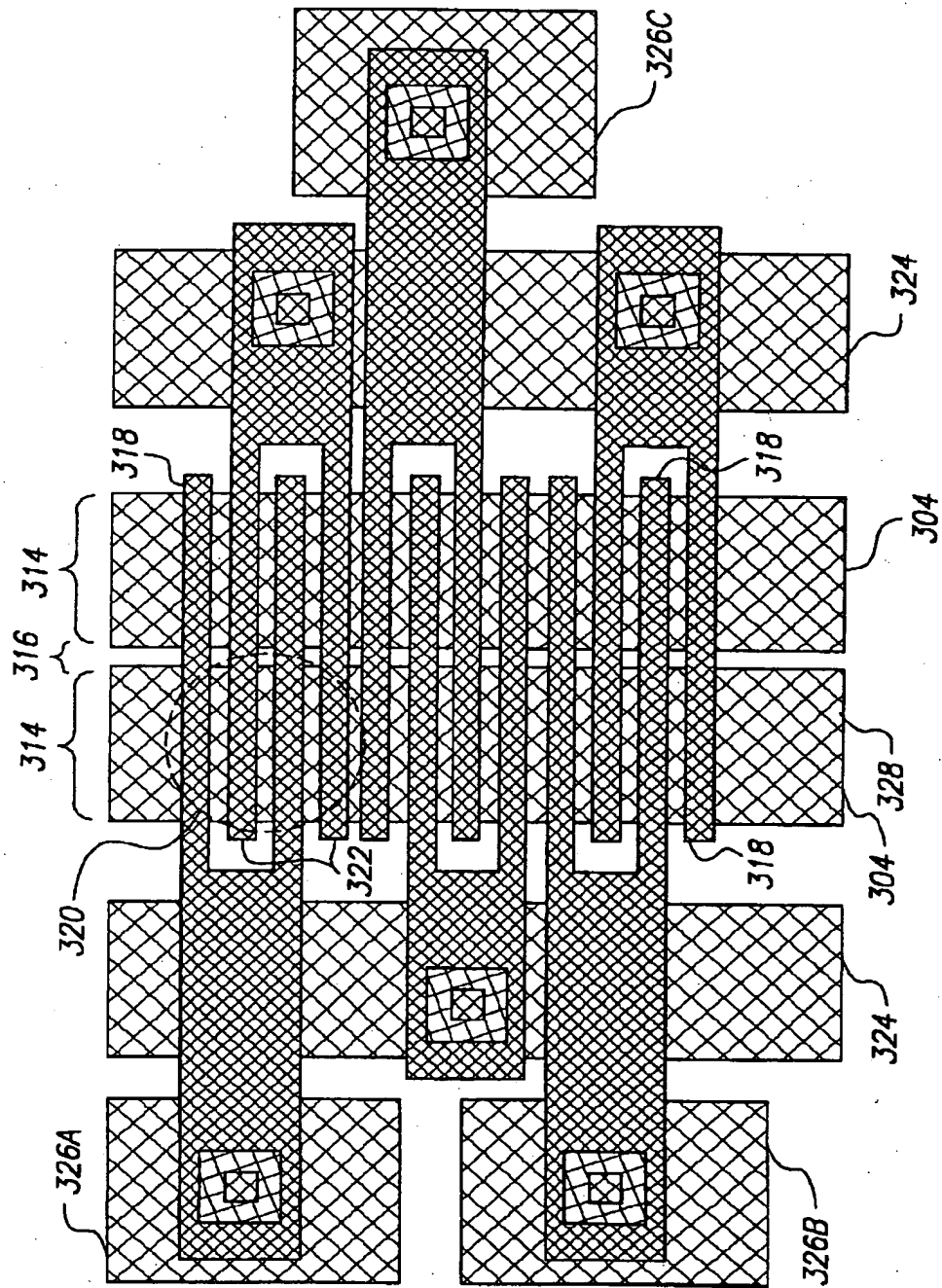


FIG. 8

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1997年5月23日

【補正内容】

発明を実施するための最良の形態

図4は好適実施例による非回折/アップモードにある回折格子光バルブの断面図を示している。製造プロセスの詳細は、同じ発明者の少なくとも一人により1995、6月7日に同時に出願された、共同所有、共同出願、係属中の米国特許出願第08/480,459号、公開番号第WO-A-96 41226の発明の名称“A METHOD OF MAKING AND AN APPARATUS FOR A FLAT DIFFRACTION GRATING LIGHT VALVE”に開示されている。代表的な材料だけがここに開示されるが、制限的な意味には解すべきではない。

基板300が準備され、かつ成長シリコン等の従来の材料でできる。窒化シリコン Si_3N_4 等のパッシベーション層302が基板の上に形成される。次に、導電層304がパッシベーション層302の上に形成される。好適には、導電層304は、引き続くプロセス工程に対して耐久性がある材料、例えば、タングステンあるいはタングステン合金から成る。

懸架される要素が次に形成され、リボン318として集合的に知られた層を含んでいる。懸架された要素は、導電層304の上にこれから離れて形成されたリボン層306を含んでいる。好適には、リボン層306の材料は窒化シリコンである。反射層308はリボン層306の上に形成され、好適にはアルミニウムにより形成される。最後に、薄い保護層310が反射層308の上に形成され、好適にはPECVD酸化物である。空隙312が導電層304とリボン層306との間に残される。

このアップ状態では、細長い要素が適切な電圧により正確に同じ高さまで駆動できるので、入射光は回折されない。これは、細長い要素が同一平面にある時に、真に暗いピクセルを与える。これは、ピクセルの暗状態が波長に依存しないというはっきりした利点を与える。隣接した細長い要素間のギャップの周期性に起因して適度な量の回折があることを思い出そう。しかし、この回折の周期は回折格子の周期の半分であり、従って光学的に除去できる。

図5は好適実施例による回折/ダウンモードにある図4の回折格子光バルブの断面図を示している。同じ構造を特定するのに適当であれば、混乱を避けるために異なる図面に示された時に、同じ参照番号が使用される。懸架された要素の所

定のものと導電層との間に適切な電圧を印加することにより、静電引力がこれらの懸架された要素を変形させかつ導電層304に接触させる。図5では、4つの懸架された要素のうちの2つがダウン位置に示されている。これは、隣接要素から反射された光の回折を引き起こす。

ここで、回折格子光バルブに対して適度な波長依存性だけが存在する。隣接した細長い要素の高さ間の距離は $\lambda/4$ であることが好ましい。しかし、もし到達距離が緑色光に最適化されている場合には、波長を赤あるいは青に変更したことに起因する損失は5%の大きさである。これは、部分的には、集束された光の強度は波長の正弦自乗関数として変化するという事実に起因する。このため、波長の少しの変化は受信強度の少しの変化だけを有する。更に、 $\lambda/4$ 移動する装置を製造する能力は従来技術におけるよりも簡単である。 $\lambda/4$ の差はスペーサの厚さと細長い要素の厚さとの組み合わせから得られる。これは2つの層に対して極めてきつい製造許容誤差を要求する。ここで、空隙の厚さが、設計の波長一致性を決定する、つまり細長い要素は任意の厚さにできる。空隙は好適には犠牲酸化物を除去することにより形成される。酸化物の形成は数多くの容易に制御できる条件下で十分に特徴づけられることから、正しい大きさのスペーサを製造することは通常の事項である。空隙の厚さは、装置の通常動作中に電圧をリボンあるいは下地導体に印加することにより調整されかつ制御されることがわかる。

本発明の回折格子光バルブを組み込んだ装置内に光センサを含めることも可能である。このセンサは、回折光を測定し、検出された回折光を最大にするためにバイアス電圧（以下に説明する）を調整する。このように、センサ及びバイアス電圧調整回路は、光源の波長が変化した場合でも正確な $\lambda/4$ 関係を維持するために依然としてアップ位置にある細長い要素を駆動することができる。

適度な波長の変化に対する損失が小さいのでコントラスト比の小さい影響しか与えず、また暗状態にあるので光学系は基本的には光を集束しない。オン状態で

は100%の光が集束されかつオフ状態では光が集束されないという理想的なシステムでは、コントラスト比は ∞ である（実際、ゼロで割った任意の数は ∞ である）。暗状態での適度な劣化でもコントラスト比に劇的に影響する。例えば、暗状態で5%だけの不要光が集束され一方オン状態では100%の光が集束され

る場合には、コントラスト比は ∞ から約20に減少する。これに対して、暗状態では光を集束しない状態が継続するが一方オン状態では95%の光が集束される場合には、コントラスト比は ∞ のままである。この例では、ディスプレイの輝度は低下するが、コントラスト比は良好のままであることがわかる。

本発明の回折格子光バルブの相対波長独立性の故に、カラー画像を形成する単一構造を使用したシステムを構成することは可能である。例えば、赤、緑、青を含む3つの光源は対象のピクセルを照射できる。赤を発生するには、赤の光源だけが附勢される。緑あるいは青も同様である。他の色を発生するには、ピクセルは光源によって時間多重できる。つまり、まず赤の光源が照射されピクセルは回折するかまたは望ましいものとし、次に青がそして緑が照射される。照射の順序は重要ではない。観察者の目がディスプレイのカラーを統合し所望のカラーを知覚する。

図6は、90°直交しかつ2つのピクセルを横断した、非回折/アップモードにある図4の回折格子光バルブの断面図を示している。図6は各種の構造の概略幾何学形状だけを概略的に示している。各種形状及び曲げ角度はプロセス変動、材料の選択、層の厚さ、及び環境条件と共に変更できる。ピクセル314は懸架領域に沿って固定部316間に形成される。このピクセル314は、ここに説明される選択的回折を実現するために変形できるように懸架される。固定部はピクセル314間の分離を与え、またピクセル構造に対して基板300上の機械的支持を与える。

図7は、90°直交しかつ2つのピクセルを横断した、回折/ダウンモードにある図5の回折格子光バルブの断面図を示している。導電層304と反射層308との間に適切な電位を印加することにより、静電引力がピクセルを基板に接触するように曲げる。導電層304はこの図の内外に伸びかつ多くのピクセルの下

を通っていることがわかる。同様に、ピクセルを形成するリボン318は、図面の両境界を超えて多くの導電層を横切って通る。ピクセルリボンと導電層との間のこの相互関係が、図8及び図9の図面を参照して詳細に説明される固有のアドレス指定技術を提供する。

図8は図4の回折格子光バルブ及び隣接ピクセルの平面図を示している。6つのピクセル320が図8の図面に示されている。ピクセルのこの限定された数は例示だけのものであることがわかる。市販のディスプレイに対する本発明による回折格子光バルブは、他の形式のディスプレイ技術に現在利用できるピクセルの数を少なくとも有している。このように、市販の回折格子光バルブに対しては、2以上の導電層304がありまた図に示されたよりも多いリボン318がある。例えば、ある市販のディスプレイは1024行及び1280列のピクセルを有している。このピクセルに加えて、電気信号をリボン318に接続するI/Oポートボンディングパッド326も図示されている。

各ピクセル320は4つの隣接リボン318を有している。別のリボンの一組322はバイアスバス324に接続されている。事実、ピクセルのそれぞれについて2つの別のリボンがバイアスバス324に接続されている。制御電圧をボンディングパッド326Aから受け取るために、ピクセル320の他の2つのリボンが接続されている。好適には、バイアスバス324は導電層304と同時に形成される。

光が偏向される角度はリボン318の幅と隣接リボン間の間隔とによって決定される。好適実施例では、別のリボンがトグルで留められているので、周期は2つの隣接リボンにより確定される。好適実施例では、リボンは3.5ミクロン幅であり、隣接リボン間の間隔は1.5ミクロンである。このように、この構成の周期は10ミクロンである。リボン間の間隔は光に損失を生じさせることがわかる。この間隔はリボンの幅に対して最小化されることが望ましい。

図9は、別のラインがバイアスされていない場合における、細長い要素と基板との間に印加される電圧に対して図4の2対の細長い要素のディスプレイ構造からの光の強度を示すグラフである。この細長い要素はヒステリシスを示す。光強

度の増加により示されるように、電圧が増加し始めるにつれて、細長い要素は少し曲がり始める。曲げ閾値 V_D では、細長い要素はパチッと下がり導電層と接触する。次に、電圧はこのレベルを超えて低下した細長い要素はダウン位置に止まる。少し低い電圧 V_U では、細長い要素は弛緩しアップ位置に復帰する。

細長い要素をパチッとダウン位置に下げるのに必要とされる電圧 V_D は20ボルトDCの範囲ないにある。このような装置を構成するために使用される製造プ

ロセス、材料、及び層の厚さに応じて、この電圧がこの値のかなり上及び下に渡ることが可能である。好適実施例では、細長い要素は、曲げ電圧 V_D と下側電圧 V_U との間の中央範囲の電圧 V_B でバイアスされる。このように、細長い要素をパチッと下げるかあるいは弛緩させるために、かなり小さい電圧エクスカージョンが要求される。

バイアス電圧 V_B はこの細長い要素のある適度な撓み性を生じさせることが、図9のグラフを研究から明らかである。ピクセル320を切り換えるのに必要とされる電圧について考察する。この議論のために、図8及び図9を参照する。あるアドレス指定方法では、バイアス電圧 V_B をボンディングパッド326A及び導体324に印加することにより、バイアス電圧 V_B がピクセルの全てのリボンに印加される。ピクセル320の全てのリボンが少し撓みかつ同一平面にあることから、暗状態は暗のままに止まる。好適実施例では、他のリボン毎にバイアス電圧 V_B が永久的に接続される。それぞれの噛み合わされたリボンの電圧は、これらのリボンをパチッと下げるかあるいは弛緩させるために、上下に変更できる。

リボンを切り換えるのに必要な像分電圧は、図9に示されているように、 ΔV_s である。ボンディングパッド326Aに印加された電圧に少なくとも ΔV_s が加算されると、このボンディングパッドに接続された行内の全てのピクセルが回折状態にトグルダウンされる。代わりに、導体層328に印加された電圧から ΔV_s が減算されると（図4-7への対応を示すために304として示されている）、この導体層の上の列内の全てのピクセルのリボンがやはりトグルダウンされる。これらの条件下では、リボンは全てダウン状態になり、そのためこれらのピ

クセルは暗のままである。ピクセル320のアドレス指定を与えるために、電圧 $\Delta V_s/2$ がボンディングパッド326Aに加算され、また電圧 $\Delta V_s/2$ が導電層328から減算される。電圧だけでリボンをつグルダウンさせないかあるいは両方の組み合わせがリボンをつグルダウンさせない限り、任意の他の電圧の組み合わせが使用できる。

一度 $+\Delta V_s/2$ 及び $-\Delta V_s/2$ が除去されると、ダウン位置にトグルされたリボンは、反対極性の ΔV_s が同じ要素に印加されるまで、リボンの本来の

ヒステリシスのためにダウン位置に止まる。一度に全行あるいは列を消去することを避けるために、単一のピクセル320は $\pm\Delta V_s/2$ を適当に行および列に印加するようにして消去することができ、反対極性の行及び列がピクセル320をつグルダウンするために使用される。前述したように、電圧の他の組み合わせがピクセル320を消去するために使用できる。

好適実施例では、行データがセットされ次に行にトグルされる。導電層304が列から成る場合には、ピクセルが明にされることが望まれる全ての列に $-\Delta V_s/2$ を適切に供給することにより、データが列に配置される。そのような各列内の全てのピクセルに対する全てのリボンがこの電圧変化の結果として多少移動した場合でも、これらのリボンは同一平面にあることから、表示される画像には変化がない。このように、リボンはコモンモードに移動し、そのためこのような変化のコモンモード除去がある。つまり、静電引力が行内の全ての細長い要素に等しく印加されるので、これらのリボンは一体で移動しそして不要な回折が防止される。事実、適度なサグが細長い要素に沿って誘起されるという事実から、反射表面は正確には単一平面内でないことがわかる。にもかかわらず、隣接の細長い要素に沿った全ての対応点は、効果的に回折を防止する基本的に同じ高さまでバイアスされる。所望の行内を移動するリボンに接続されたボンディングパッドの電圧は、次にVBから $(VB + \Delta V_s/2)$ まで上昇され、全ての適切なピクセルがトグルされる。

一方、データがリボンにセットされ次に下地導電層内にトグルされる場合には、ディスプレイは、リボンの所定のものに選択的に印加された $\Delta V_s/2$ に応答

してちらちらする。

本発明は好適実施例に関連して説明された。本開示を読んだ後にだけ当業者に明らかになる改良あるいは修正が本出願の精神及び範囲内にあると思われる。

請求の範囲

1. a. 各要素が第一の縁及び第二の縁及び光反射平面(308)を有する複数の細長い要素(318)と、前記要素は第一のグループの要素が第二のグループの要素と互いにかみあわされるように前記第一のグループと前記第二のグループにグループ分けされ、かつ前記要素は互いに平行に配列されている、

b. それらの縁で前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素(318)を懸架する手段と、

c. 前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段、及び、前記反射表面(308)が実質的に同一平面にありかつ入射光ビームを反射する第一の平面内にあるように、前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段と、

d. 第一の平面に平行でありかつ前記入射光ビームを回折する第二の平面に向けて、前記平面に垂直な前記第一のグループの前記要素を選択的に偏向させる手段と、

から成ることを特徴とする入射光ビームを変調する変調器。

2. 更に、前記第一のグループの第一の平面に垂直な前記第二のグループの位置を独立に調整する手段を有する請求の範囲1に記載の変調器。

3. 各反射表面(308)の広さが各ギャップよりも大きいように、前記隣接要素(318)はギャップにより互いに隔置されている請求の範囲1に記載の変調器。

4. 前記第二の平面は前記第一の平面からほぼ $\lambda/4$ 離れている(ここで λ は光ビームの波長である)請求の範囲1に記載の変調器。

5. 前記第一のバイアス電圧が除去された時に、前記要素(318)は前記第一の平面内に存在しない請求の範囲1に記載の変調器。

6. a. 基板(300)と、

b. 各々が2つの縁を有する複数の細長い要素(318)であって、前記基板(300)上の前記縁により平行関係に前記要素を懸架する手段を備える各々が2つの縁を有する複数の細長い要素(318)と、

c. 前記基板(300)と平行でかつそれから離隔して面する平行な複数の

の細長い要素の各々の表面の上の前記複数の細長い要素(318)の各々の上に形成された光反射材料と、

d. 入射光ビームを反射する単一の第一の平面に前記細長い要素(318)を保持するために、バイアス電圧を印加する手段と、

e. 前記入射光ビームを回折する前記第一の平面に平行な第二の平面に向けて、前記細長い要素(318)の所定の集合を選択的に移動する手段と、

から成ることを特徴とする光を変調するフラット回折格子光バルブ。

7. 各反射表面(308)の広さが各ギャップよりも大きいように、前記隣接要素(318)はギャップにより互いに隔置されている請求の範囲6に記載の変調器。

8. 前記第二の平面は前記第一の平面からほぼ $\lambda/4$ 離れている、ここで λ は光ビームの波長である、請求の範囲6に記載の変調器。

9. 前記第一のバイアス電圧が除去されたときに、前記要素(318)は前記第一の平面内に存在しない請求の範囲6に記載の変調器。

10. a. 各々が光反射平面(308)を有する等間隔で隔置された複数の要素(318)であって、該要素は互いに平行に配列されて、各光反射表面(308)が第一の平面内に配置されおり、これにより、変調器が入射光ビームを反射する複数の要素(318)と、

b. 変調器がやはり前記入射光ビームを反射するという第二の平面内に、全ての要素(318)が配置されるように、前記第二の平面に向けて前記全ての要素(318)を移動する手段と、

c. 変調器が前記入射光ビームを回折するという前記第二の平面に平行な第三の平面に向けて、前記要素(318)の所定のものを移動する手段と、

から成ることを特徴とする入射光ビームを変調する変調器。

1 1. 前記移動する手段が静電引力の発生から成る請求の範囲10に記載の変調器。

1 2. 前記要素(318)の所定のものは全ての前記要素(318)において交互に配置されている請求の範囲11に記載の変調器。

1 3. 前記要素(318)の所定のものは電氣的に一体に接続されている請求

の範囲12に記載の変調器。

1 4. 前記静電引力は、前記要素(318)と下地導体(304)との間に電位を接続することより発生される請求の範囲13に記載の変調器。

1 5. 前記要素(318)は、前記第一の平面から前記第二の平面への調整のため電氣的バイアスに接続される請求の範囲13に記載の変調器。

1 6. 更に、回折光を検出しかつこれに応答して前記電氣的バイアスを自動的に調整する手段を備える請求の範囲15に記載の変調器。

1 7. 前記要素(318)は、前記第二の平面にある時に、波長に無関係に光を反射する請求の範囲10に記載の変調器。

1 8. a. 各ピクセルが画像の一部を表示する複数のピクセル(320)と、前記ピクセルは複数の行と複数の列を有するアレイとして配列され、更に各ピクセルは

(1) 各要素が第一の縁及び第二の縁及び光反射平面(308)を有する複数の細長い要素(318)であって、該要素(318)は第一のグループの要素が第二のグループの要素(318)と互いにかみあわされるように前記第一のグループと前記第二のグループにグループ分けされ、かつ前記要素(318)は互いに平行に配列されている複数の細長い要素(318)と、

(2) それらの縁で前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素を基板(300)上に懸架する手段と、を有している、

b. 各行内の前記第一のグループの全ての細長い要素(318)を電氣的に一体に接続する手段と、

c. 各行内の前記第二のグループの全ての細長い要素(318)を電氣的

に一体に接続する手段と、

d. 前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段、及び、前記反射表面(308)が実質的に同一平面にありかつ入射光ビームを反射する第一の平面内にあるように、前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段と、

e. 前記第一の平面に平行でありかつ前記入射光ビームを回折する第二

の平面に向けて、前記第一の平面に垂直な前記第一のグループの前記要素(318)を選択的に偏向させる手段と、

から成る画像を表示するデジタルディスプレイシステム。

19. 前記第一のグループの前記要素(318)を選択的に偏向させる手段が、前記基板(300)上に取り付けられかつ列内の全ての前記細長い要素(318)の下に配置された導電層(304)から成る請求の範囲18に記載のデジタルディスプレイシステム。

【手続補正書】

【提出日】1998年2月13日

【補正内容】

1. 請求の範囲を以下のとおり訂正する。

「1. a. 各要素が第一の縁及び第二の縁及び光反射平面(308)を有する複数の細長い要素(318)であって、該要素は第一のグループの要素が第二のグループの要素と互いにかみあわされるように前記第一のグループと前記第二のグループにグループ分けされ、かつ前記要素は互いに平行に配列されている要素(318)と、

b. 前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素(318)の端部の近くで該第一のグループ及び前記第二のグループの要素(318)を懸架する手段と、

c. 前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段及び前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段であって、前記反射表面(30

8) が実質的に同一平面にありかつ入射光ビームが反射される第一の平面内にある、前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段及び前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段と、

d. 前記第一の平面に平行な第二の平面に向けて前記第一の平面に垂直に前記第一のグループの前記要素を選択的に偏向させて前記入射光ビームを回折する手段とから成ることを特徴とする入射光ビームを変調する変調器。

2. 更に、前記第一のグループの第一の平面に垂直な前記第二のグループの位置を独立に調整する手段を有する請求項1に記載の変調器。

3. 各反射表面(308)の広さが各ギャップよりも大きいように、前記隣接要素(318)はギャップにより互いに隔置されている請求項1に記載の変調器。

4. 前記第二の平面は前記第一の平面からほぼ $\lambda/4$ 離れている(ここで λ は光ビームの波長である)請求項1に記載の変調器。

5. 前記第一のバイアス電圧が除去された時に、前記要素(318)は前記第一の平面内に存在しない請求項1に記載の変調器。

6. a. 基板(300)と、

b. 各々が2つの縁を有する複数の細長い要素(318)であって、前記基板(300)上で平行関係になるように前記要素を前記縁の近くで懸架する

手段を備える複数の細長い要素(318)と、

c. 前記基板(300)と平行でかつそれから離隔して面する複数の細長い要素の各々の表面の上の前記複数の細長い要素(318)の各々の上に形成された光反射材料(308)と、

d. 入射光ビームを反射する単一の第一の平面に前記細長い要素(318)を保持するために、バイアス電圧を印加する手段と、

e. 前記入射光ビームを回折するための前記第一の平面に平行な第二の平面に向けて、前記細長い要素(318)の所定の集合を選択的に移動する手段と、
から成ることを特徴とする光を変調するフラット回折格子光バルブ。

7. 各反射表面(308)の広さが各ギャップよりも大きいように、前記隣接要素(318)はギャップにより互いに隔置されている請求項6に記載の変調器。

8. 前記第二の平面は前記第一の平面からほぼ $\lambda/4$ 離れている(ここで λ は光ビームの波長である)請求項6に記載の変調器。

9. 前記第一のバイアス電圧が除去されたときに、前記要素(318)は前記第一の平面内に存在しない請求項6に記載の変調器。

10. a. 各々が光反射平面(308)を有する等間隔で隔置された複数の要素(318)であって、該要素は互いに平行に配列されて、各光反射表面(308)が第一の平面内に配置されおり、これにより、変調器が入射光ビームを反射する複数の要素(318)と、

b. 変調器がやはり前記入射光ビームを反射するという第二の平面内に、全ての要素(318)が配置されるように、前記第二の平面に向けて前記全ての要素(318)を移動する手段と、

c. 前記第二の平面に平行な第三の平面に向けて、前記要素(318)の所定のものを移動して、変調器が前記入射光ビームを回折するようにする手段と

から成ることを特徴とする入射光ビームを変調する変調器。

11. 前記移動する手段が静電引力の発生から成る請求項10に記載の変調器。

12. 前記要素(318)の所定のものは全ての前記要素(318)の中で交互に配置されている請求項11に記載の変調器。

13. 前記要素(318)の所定のものは電氣的に一体に接続されている請求項12に記載の変調器。

14. 前記静電引力は、前記要素(318)とその下にある導体(304)との間に電位を接続することより発生される請求項13に記載の変調器。

15. 前記要素(318)は、前記第一の平面から前記第二の平面への調整のため電氣的バイアスに接続される請求項13に記載の変調器。

16. 更に、回折光を検出しかつこれに応答して前記電氣的バイアスを自動的に調整する手段を備える請求項15に記載の変調器。

17. 前記要素(318)は、前記第二の平面にある時に、波長に無関係に光を反射する請求項10に記載の変調器。

18. a. 各ピクセルが画像の一部を表示する複数のピクセル(320)であって、前記ピクセルは複数の行と複数の列を有するアレイとして配列され、更に各ピクセルは

(1)各要素が第一の縁及び第二の縁及び光反射平面(308)を有する複数の細長い要素(318)であって、該要素(318)は第一のグループの要素(318)が第二のグループの要素(318)と互いにかみあわされるように前記第一のグループと前記第二のグループにグループ分けされ、かつ前記要素(318)は互いに平行に配列されている複数の細長い要素(318)と、

(2)前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素の近くで該前記第一のグループ及び前記第二のグループの要素を基板(300)上に懸架する手段と、を有している複数のピクセル(320)と、

b. 各行内の前記第一のグループの全ての細長い要素(318)を電氣的に一体に接続する手段と、

c. 各行内の前記第二のグループの全ての細長い要素(318)を電氣的に一体に接続する手段と、

d. 前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段及び前記第

二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段であって、前記反射表面(308)が実質的に同一平面にありかつ入射光ビームが反射される第一の平面内にある、前記第一のグループに第一のバイアス電圧を印加する手段及び前記第二のグループに第二のバイアス電圧を印加する手段と、

e. 前記第一の平面に平行でありかつ前記入射光ビームを回折する第二の平面に向けて、前記第一の平面に垂直に前記第一のグループの前記要素(318)を選択的に偏向させる手段と、

から成る画像を表示するデジタルディスプレイシステム。

19. 前記第一のグループの前記要素(318)を選択的に偏向させる手段が、前記基板(300)上に取り付けられかつ列内の全ての前記細長い要素(318)の下に配置された導電層(304)から成る請求項18に記載のデジタルディスプレイシステム。」

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		Inventor Application No PCT/US 96/08804
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G02B5/18 G02B26/08 G02F1/01		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G02B G02F G09F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO,A,93 22694 (UNIV LELAND STANFORD JUNIOR) 11 November 1993 cited in the application see page 12, line 34-39 see page 13, line 1 - line 7 see figures ---	1-4,6-8, 10-14, 18,19
X	EP,A,0 306 308 (NEW YORK INST TECHN) 8 March 1989 see the whole document ---	1,3,6,7 18,19
A	OPTICS LETTERS, vol. 17, no. 9, 1 May 1992, pages 688-690, XP000265233 SOLGAARD O ET AL: "DEFORMABLE GRATING OPTICAL MODULATOR" see the whole document ---	1,4,6,8, 10,11, 18,19
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 September 1996		Date of mailing of the international search report 02.10.96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5418 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ward, S

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		Int. Application No PCT/US 96/08804
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PROCEEDINGS OF THE SPIE: ELECTRO-OPTIC AND MAGNETO-OPTIC MATERIALS, vol. 1018, 22 - 23 September 1988, HAMBURG, DE, pages 79-84, XP002013958 BRINKLER W ET AL: "Deformation Behavior of Thin Viscoelastic Layers used in an Active-Matrix Addressed Spatial Light Modulator" see the whole document ---</p>	1,6,10, 18
A	<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS IN JAPAN, vol. 63-c, no. 10, 1980, NEW YORK US, pages 94-100, XP002013959 UTSUNOMIYA ET AL: "Electrically Deformable Echelette Grating and its Application to Tunable Laser Resonator" see the whole document -----</p>	1,6,10, 18

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No.
PCT/US 96/08804

Parent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9322694	11-11-93	US-A- 5311360	10-05-94
		AU-A- 4118693	29-11-93
		CA-A- 2133335	11-11-93
		EP-A- 0638177	15-02-95
		US-A- 5459610	17-10-95
EP-A-0306308	08-03-89	US-A- 4878122	31-10-89
		US-A- 4879602	07-11-89
		CA-A- 1315027	23-03-93
		DE-D- 3889171	26-05-94
		DE-T- 3889171	01-09-94
		JP-A- 1135187	26-05-89

Form PCT/ISA/210 (patent family sheet) (July 1992)

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AU, BB, BG, BR, CA, CN, CZ, EE, FI, GE, HU, IS, JP, KG, KP, KR, LK, LR, LT, LV, MD, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, US, UZ, VN

(72) 発明者 コービン、デイブ・ビー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94022、ロス・アルトス・ヒルズ、オーチャード・ヒル・レーン 26950

(72) 発明者 バンヤイ、ウィリアム・シー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94303、イースト・パロ・アルト、クローリー・アベニュー 1914、アパートメント 2

(72) 発明者 ステイカー、ブライアン・ピー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94306、パロ・アルト、パーク・ブールバード 3833、アパートメント 1